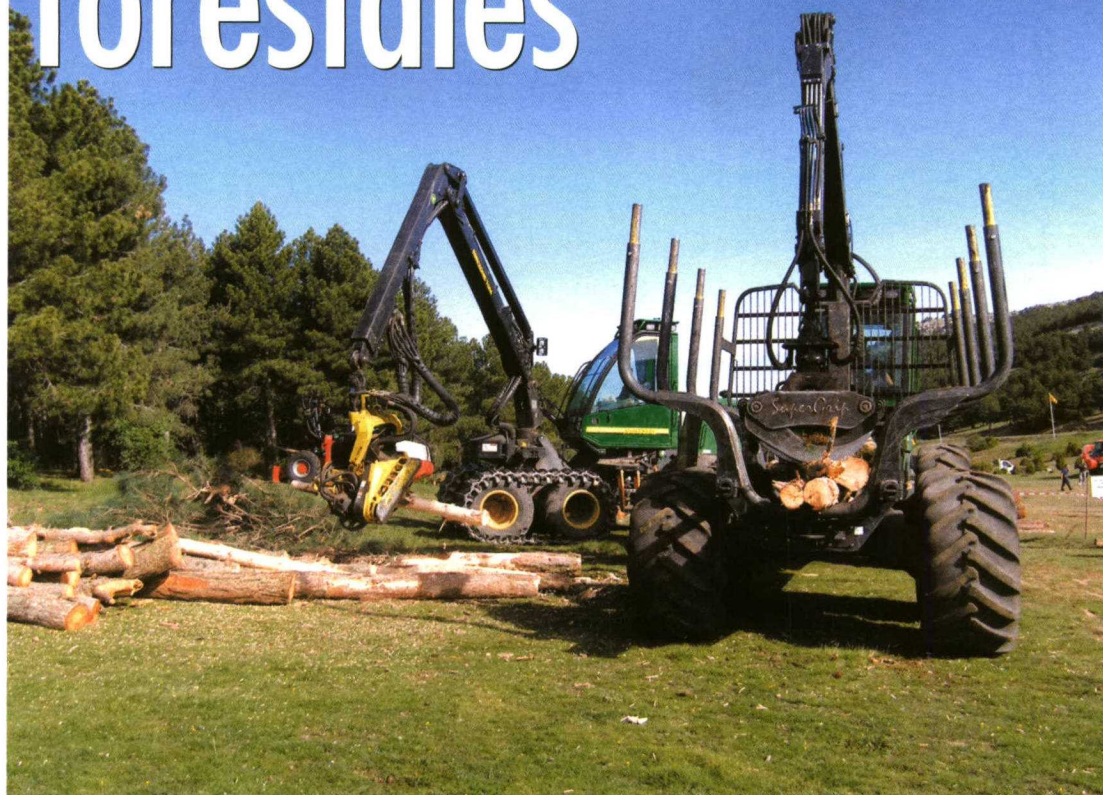


# La mecanización de los aprovechamientos forestales



Las peculiares características en las que se desarrolla el trabajo en nuestros montes, condicionado por las dificultades orográficas, en ocasiones muy considerables y limitantes, hacen que la única vía para conseguir la rentabilidad del aprovechamiento forestal sea su mecanización integral. Sin embargo, ésta no debe limitarse a una mera adaptación más o menos eficaz de la maquinaria agrícola, sino que debe encaminarse a la utilización de las diferentes máquinas específicamente diseñadas para el desarrollo de estos trabajos.

**Ricardo Blanco Roldán y  
Carlos Revilla Gómez**  
Ingenieros de Montes.

## Ciclos de trabajo y diferentes máquinas para el desarrollo de los mismos

**S**urgida de la maquinaria agrícola, la maquinaria forestal se encuentra plenamente diferenciada de aquélla desde al menos la década de los setenta del siglo XX. A partir de entonces ha recorrido un camino independiente cuyos principales avances han sido, básicamente, la mejora en la eficiencia de la transmisión, el aumento en la seguridad y el confort, el aumento de la estabilidad del tractor y la disminución del impacto generado en el suelo forestal (Vignote Peña *et al.*, 1993).

Así, a partir del primer tractor agrícola de orugas (Holt, EE.UU., 1904), destinado a sustituir el ganado de tiro en las labores agrícolas pero utilizando aperos similares a los de tracción animal, se crearon los primeros tractores arrastradores de troncos. Ello fue posible gracias a la incorporación al tractor de un sistema de cadenas para el enganche de la carga. El paso siguiente consistió en equipar al tractor de un cabrestante para mejorar dicho arrastre, sustituyendo posteriormente las cadenas por eslingas de acero e incorporando

un arco forestal que facilitara aún más el tiro. Por último, en la década de 1950 dicho arco forestal se unió al bastidor del tractor de manera articulada, apareciendo los primeros *skidders* o arrastradores (Nieto y Soria, 1995).

Las máquinas de movimiento de tierras, en concreto los *bulldozer*, tienen su origen en la hoja de empuje, tirada por bueyes o caballos en primer lugar y, posteriormente, empujada hacia delante. Hasta 1923 no se produce el acoplamiento de la hoja empujadora a un tractor de cadenas

(Plant-Choate Co.), la cual debía ser accionada manualmente. El accionamiento hidráulico de la hoja no llegaría hasta 1925 (Caterpillar), siendo mejorado en 1936 y, especialmente, a partir de 1940 (Ballester y Capote, 1992).

Por último, cabe recordar aquí el origen y evolución de una de las máquinas portátiles más utilizadas en la explotación forestal: la motosierra. El antecedente hay que buscarlo en las primeras sierras manuales (1858); sin embargo, la primera sierra mecánica no fue patentada hasta 1908 (Wolf, EE.UU.). El fabricante alemán Stihl ideó en 1927 la primera motosierra con motor de gasolina, pero no sería hasta 1954 cuando también Stihl patentó la primera motosierra manejable por un solo hombre, antecesora directa de las actuales (Nieto y Soria, 1995).

### Ciclo de trabajo

No existe un único ciclo de trabajo en la explotación forestal, debido a las condiciones intrínsecas de este tipo de aprovechamientos. Así, la concurrencia de una u otra máquina puede hacer que dicho ciclo varíe considerablemente, presencia que, a su vez, puede venir determinada por las características topográficas de la zona de trabajo.

No obstante, se pueden agrupar las distintas tareas que se realizan en las siguientes fases:

#### **Fase previa:**

##### **Preparación del terreno**

Antes de iniciar los trabajos forestales propiamente dichos, es posible que sea necesaria la ejecución de determinadas labores encaminadas a facilitar el tránsito de la maquinaria por el monte. Básicamente éstas consistirán en el acondicionamiento de los caminos de acceso a las zonas de corta, así como en la preparación de los parques de madera junto a los caminos existentes. Para la ejecución de estas tareas se hace necesaria la participación de maquinaria de

## La concurrencia de una u otra máquina puede hacer que el ciclo de trabajo varíe considerablemente

movimientos de tierras, principalmente *bulldozer*.

#### **Primera fase:**

##### **Corta, tronzado y apilado**

El árbol en pie se transforma en madera de diferentes dimensiones, bien el fuste completo desprovisto del ramaje, bien trozas de madera de dimensiones prefijadas (madera corta), también sin follaje. De una u otra forma, la madera resultante es apilada en un primer punto de reu-

nión, base desde la que se realizará un segundo transporte. En estas operaciones puede intervenir la procesadora, la taladora-apiladora y la motosierra.

#### **Segunda fase:**

##### **Saca y transporte a cargadero**

La madera apilada es transportada desde el primer punto de reunión hasta el cargadero, último lugar de almacenamiento en el monte. Esta fase de transporte puede ser realizada por el *skidder* o por el autocargador.

#### **Tercera fase:**

##### **Transporte a fábrica**

Desde el cargadero, ubicado en el monte, la madera será transportada hasta fábrica, para lo que se utilizarán camiones de transporte.

#### **Cuarta fase:**

##### **Eliminación de residuos**

Los residuos generados por el desbroce y el desramado deben ser eliminados, pues su permanencia en el monte origina el aumento del peligro de incendio. Los medios para la elimina-

ción de estos residuos serán mecánicos (desbrozadoras de cadenas o martillos) o físicos, como la utilización del fuego para su quema.

### Corta, tronzado y apilado

#### **Procesadora**

Bajo esta denominación se engloban una serie de máquinas cuya característica principal es disponer de un cabezal de corte que, además, realiza el desramado y el tronzado del árbol: procesadoras, cosechadoras y cosechadoras-transportadoras. No obstante, el caso más común en España lo constituye una máquina base tipo retroexcavadora a la que se le incorpora en la grúa el cabezal de corte (**foto 1**).

Este cabezal de corte, o cabeza de procesado, consta del elemento de apeo y tronzado (cizalla o sierra de cadena), de rodillos de alimentación (a veces sustituidos por cadenas), de la grapa para agarre del árbol y del elemento de desramado. Suelen disponer, además, de un sistema electrónico para programar la



Foto 1. Procesadora mientras desrama y tronza.

longitud de corte, que se encarga de accionar el elemento de tronzado en el punto preestablecido (Nieto y Soria, 1995).

El procedimiento operativo es el siguiente: la máquina se acerca al árbol en pie, lo agarra con el cabezal de corte y lo apea; posteriormente, el tronco en posición horizontal se hace pasar a través de los rodillos, que lo desraman; por último, el elemento de corte procede al tronzado. El maquinista de la procesadora, una vez finalizadas las operaciones de apeo, desramado y tronzado, apila las trozas procesadas de varios pies localizados en el radio de acción de la máquina estacionada. Con esto se evita el trabajo manual de apilado de las trozas procesadas por parte de una cuadrilla de operarios.

Una variante de este proceso es la que se realiza cuando el monte de actuación presenta una elevada pedregosidad superficial. Las piedras en superficie son un riesgo para el buen funcionamiento del cabezal de corte, especialmente para la sierra de cadena, que sufre roturas y pérdida de eficacia en el corte ante el golpeo y rozamiento con las piedras. Esta variante consiste en que el apeo se realiza manualmente con motosierra.

El rendimiento medio de esta máquina es de unos 80 estéreos/jornada, siendo 1 estéreo la cantidad de madera existente en una pila de un metro cúbico, contabilizando los huecos entre las trozas apiladas.

### Taladora-apiladora

Consiste en un cabezal con garras y elemento de corte (cuchilla o sierra de cadena) que se incorpora a la máquina, bien a través de una grúa, bien directamente. En este último caso, la máquina ha de ser de pequeñas dimensiones, para permitir su acercamiento a los árboles en pie. Su trabajo consiste en la tala y apilado de los árboles; no tiene capacidad para desramar, por lo que su productividad es menor que la de la procesadora, utilizándose escasamente en



Foto 2. Apeo de árbol con motosierra.



Foto 3. Skidder que arrastra un paquete de trozas.

los montes españoles (Vignote Peña *et al.*, 1993).

### Motosierra

Puede ser definida como una máquina portátil, provista de motor, cuyo movimiento de giro se hace pasar a una cadena de corte que se desliza por una guía o espada de longitud variable (Nieto y Soria, 1995).

La motosierra sirve para la realización de las operaciones de apeo, desramado y tronzado (foto 2). Las características de la máquina (potencia, longitud de espada, tamaño, peso, etc.) dependerán fundamentalmente de las características de los pies a apear.

El trabajo con la motosierra consiste en que una cuadrilla apea los pies para, a continuación, ser procesados: con la mis-

ma motosierra se desrama y se tronza a las dimensiones deseadas en función de la calidad de la madera (sierra, desenrollo, trituración, etc.) o de las dimensiones de la caja del camión de transporte a fábrica (normalmente 240 cm o madera larga, hasta 15 m de longitud). El operario, una vez finalizado el trabajo con la motosierra, debe realizar el apilado en paquetes de madera de unos 3 a 5 estéreos, que serán posteriormente recogidos por el skidder o el autocargador. Como se ha comentado, la motosierra puede ser un complemento de la procesadora, al ir la cuadrilla por delante de ésta apeando los pies. Un motoserista especializado debe alcanzar unos rendimientos medios de, al menos, 12 estéreos por jornada para que sea rentable su trabajo.

Con la motosierra el operario consigue realizar el corte a ras de suelo, lo que supone una ventaja con respecto a la procesadora, pues las mayores dimensiones del cabezal de corte de ésta dificultan la realización del corte a ras de suelo, problema que se acrecienta con la presencia de piedras y pendiente elevada.

Para una correcta manipulación de la motosierra, se necesita de una planificación perfectamente estudiada, que incluya tanto la preparación para el derribo como su ejecución, teniendo en cuenta la dirección de caída del árbol. Por su parte, el desramado necesita también de una programación para disminuir tiempos, mientras que en el tronzado es básico conocer las zonas del tronco sometidas a tracción y compresión para evitar aprisionamientos de la espada y astillamientos de las trozas.

### Saca y transporte a cargadero

#### Skidder

Es el tractor forestal más empleado en las explotaciones; se caracteriza por tener tracción a los dos ejes, bastidor articulado, tren de rodaje de neumáticos e implementos para el arrastre (arco integral, escudo protector, cabrestante y pala delantera de empuje).

Según el método de trabajo, el transporte de la madera se realizará arrastrada, semisuspendida o suspendida. En todos los casos, el trabajo del skidder se basa en el cable y en el accionamiento del cabrestante. Son tres los modos principales de saca de madera utilizando este sistema:

- El operario engancha los fustes de los troncos al cable de transporte, procediéndose posteriormente con el cabrestante a la recogida del paquete de troncos hasta el lugar donde se encuentra estacionado el tractor. Desde aquí serán transportados hasta el cargadero en posición semisuspendida. Este sistema se utiliza con maderas de calidad destinadas a sierra, de diámetros elevados (superiores a

30 cm) y longitudes superiores a los 5 m.

• En un segundo caso, el *skidder* se estaciona en el mismo cargadero, por lo que el transporte de la madera es realizado por el accionamiento del cabrestante. Este método sólo es posible cuando existe una red de vías de saca perfectamente planificada. Como en el caso anterior, la madera se transporta semisuspendida e igualmente se utiliza para maderas de calidad destinadas a sierra.

• El sistema más común, sin embargo, se basa en la conformación de paquetes de troncos de madera corta gracias al cable del cabrestante, que se encuentra totalmente recogido. La madera se transportará suspendida, desplazándose el tractor desde el lugar donde se le adjunta el paquete de troncos hasta el cargadero. El volumen trasladado por este sistema puede variar entre los 2 y 6 estéreos de madera en función del *skidder*, la orografía y el tipo de madera y su procesado (foto 3).

Hay que destacar que en los tres modos anteriores las distancias recorridas por el *skidder* no deben superar los 150 m para que el desembosque sea rentable. Distancias superiores reflejarán una mala planificación del aprovechamiento y una mala localización de los parques de madera en el monte. Un rendimiento deseable para el *skidder* es de al menos 100 estéreos por jornada de trabajo.

Otros sistemas utilizan *skidder* con grapas y con grapas y plumas. En el primer caso, el tractor recorrerá un itinerario por el que irá recogiendo la madera con la grapa, que le servirá a su vez para el transporte de los troncos. En el segundo, la carga de la madera en la grapa la realizará una pluma incorporada al chasis, dando lugar a una máquina mixta *skidder*-autocargador (Vignote Peña et al., 1993).

#### Autocargador

Este tractor forestal se caracteriza por ser articulado, te-

ner tracción a los dos ejes con seis ruedas normalmente (cuatro ruedas en el tren de rodaje trasero), plataforma trasera para el transporte de troncos con grúa para la carga y, en algunas ocasiones, pala delantera de empuje (foto 4).

El método de trabajo del autocargador se basa en el transporte de la carga suspendida en su remolque o semichasis trasero. Así, la máquina se adentrará en el aprovechamiento hasta la pila de madera y, una vez estabilizado, procederá a su carga en el semichasis-remolque gracias a la grúa. Una vez que completa la carga del remolque, regresa hasta el cargadero, donde descargará la madera utilizando también la grúa. En ocasiones se realiza la descarga de la madera directamente a camión de transporte, cuando éste no dispone de grúa.

El autocargador puede llegar a cargar hasta 35 estéreos de madera en su remolque en función del modelo. El rendimiento puede llegar a 250 estéreos/jornada.

#### Transporte a fábrica

El transporte a fábrica se realiza desde los parques de madera en el monte. Se lleva a cabo normalmente con camiones de gran tonelaje, con dos o tres ejes de simple o doble tracción, y de 10.000 a 30.000 kg de capacidad de carga; para distancias muy largas es aconsejable la utilización de camiones de cabeza tractora y remolque. Pueden disponer de grúa pluma, de modo que se cargan de forma autónoma desde el parque en el monte, aunque en otros casos, cuando el camión no dispone de grúa, deberá ser cargado por una existente en el monte o, en su caso, por el propio autocargador. La capacidad de carga de los camiones puede llegar hasta los 75 estéreos de madera (foto 5).

Otro aspecto a tener en cuenta es la ubicación de los parques de madera en el monte, que deberán localizarse en zonas don-



# SERRAT

## TRITURADORAS



FORESTAL FD



FORESTAL CADENAS  
2 ROTORES

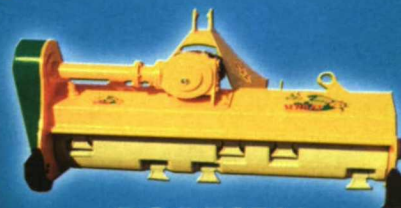


FORESTAL CADENAS  
ABIERTA



FORESTAL CADENAS  
CERRADA

## Especial FORESTAL



FORESTAL



OLI PRO



METRO 725



UNAC 160 C



UNAC 300 NF

# www.serrat.es

Río Cinca, 12 - 22510 Binaced (Huesca)

Tel: 974 42 62 00 / Fax: 974 42 70 64

comercial@serrat.es / www.serrat.es

de los camiones de transporte puedan acceder de forma fácil. Una red de pistas forestales en buen estado, por tanto, es fundamental para este transporte por parte de los camiones.

Por último, hay que destacar que el factor que encarece el transporte a fábrica es el tiempo de viaje más que la distancia existente entre el monte y la fábrica, lo que lleva a planificar las rutas por las carreteras más rápidas.

## Eliminación de residuos

Una vez finalizada la extracción de la madera del monte, queda el residuo del procesado de los árboles, fundamentalmente ramas, hojas y rabeón (extremo de la copa del árbol que, por su escaso diámetro, no es aprovechable como madera). Este residuo deberá ser eliminado del monte debido a que su presencia en él incrementa el riesgo de ocurrencia de incendios y plagas forestales, tanto para los árboles que han quedado en pie como para las masas forestales colindantes.

Previamente a su eliminación, se procede a la recogida y apilado, acordonado o amontonado del residuo. Esta actuación se puede realizar de forma manual (más costoso) o mecanizada, con mayores rendimientos y



Foto 4. Autocargador que carga madera en su remolque.

menor coste. Para ello se puede utilizar un *bulldozer* en el que se sustituye la hoja frontal por un implemento semejante a un rastro, denominado "fleco", que recorre la superficie del monte realizando los cordones o montones.

Efectuada esta operación, se procederá al eliminado del residuo mediante los siguientes sistemas:

- Pase de una máquina desbrozadora de martillos o cadenas, suspendida en un tractor de cadenas, sobre el cordón de residuos, quedando éste reducido a astillas de pequeñas dimensiones que no tardarán en descomponerse e incorporarse como materia orgánica al suelo forestal.

- Quema de los montones en época de peligro bajo de incendios, reduciéndose los residuos a cenizas.

- El astillado de los residuos con astilladora no suele ser habitual, debido a la escasa rentabilidad de su utilización al ser bajo su rendimiento.

## Conclusiones

El coste de la maquinaria que se utiliza en el sector forestal es elevado. A modo de ejemplo, una procesadora puede alcanzar un precio aproximado de 900.000 euros. Este elevado coste supone un importante impedimento para la mecanización de los trabajos en el monte, a pesar de que esta mecanización conlleva

una mejora en los rendimientos que se traduce en una mayor rentabilidad de las explotaciones.

Además de la introducción de la mecanización, los aprovechamientos forestales precisan de una mejora en la cualificación de la mano de obra para que sea posible el correcto manejo de este tipo de maquinaria. Con ello se conseguirá unos mayores rendimientos y una mayor rentabilidad, siempre cum-

pliendo con los mínimos niveles exigibles en las condiciones de seguridad y salud en las que se desarrolla el trabajo y respetando los requerimientos medioambientales.

La reinversión de los beneficios obtenidos en investigación, desarrollo e innovación redundará en una optimización de los trabajos forestales y, en definitiva, en una mejora sustancial en el estado y manejo de las masas forestales.

Es obvio que para poder invertir en la mecanización de los trabajos forestales se debe disponer de una continuidad en los aprovechamientos forestales en el tiempo para garantizar la amortización de la maquinaria, en un período no superior a los cinco años. La discontinuidad en los trabajos conlleva, inevitablemente, la paralización de las máquinas, lo que supone un elevado coste que hace inviable económicamente a la explotación forestal. ■

Foto 5. Camión con grúa mientras descarga en parque de madera de fábrica.



## Bibliografía

Ballester, F.; Capote, J.A.: Máquinas de movimiento de tierras: criterios de selección. Pédica Publicaciones Técnicas. Madrid, 1992.

Nieto, R.; Soria, J.: Motores y maquinaria forestal. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla, 1995.

Vignote Peña, S.; Martos Collado, J.; González Álvarez, M.A.: Los tractores en la explotación forestal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 1993.